



EMBRAPA

CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

Intercâmbio

CASTANHA-DO-BRASIL

Resultados de Pesquisa

MISCELÂNEA Nº 2

BELÉM - PARÁ

1980



EMBRAPA
CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO TRÓPICO ÚMIDO

CASTANHA-DO-BRASIL

Resultados de Pesquisa

Carlos Hans Müller

Eng.º Agr.º, M.S. em Fitotecnia
Pesquisador do CPATU

Irenice Alves Rodrigues

Farmacêutica, Pesquisadora do CPATU

Antonio Agostinho Müller

Eng.º Agr.º, Pesquisador do CPATU

Nina Rosária Maradei Müller

Eng.º Agr.º, Pesquisadora do CPATU

MISCELÂNEA N.º 2

Belém - Pará

1980

Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido
Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n
Caixa Postal, 48
66.000 — Belém, PA

Müller, Carlos Hans

Castanha-do-brasil; Resultados de pesquisa, por Carlos Hans Müller, Irenice Alves Rodrigues, Antonio Agostinho Müller e Nina Rosária Maradel Müller. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1980.

25p. ilustr. (EMBRAPA.CPATU. Miscelânea, 2).

1. Castanha-do-brasil — Pesquisa. 2. Castanha-do-brasil — Melhoramento. I. Rodrigues, Irenice Alves. II. Müller, Antonio Agostinho. III. Müller, Nina Rosária Maradel. IV. Título. V. Série.

CDD : 634.57507208115

CDU : 634.575:631.5(811.5)

SUMÁRIO

HISTÓRICO	5
OCORRÊNCIA	6
CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA	6
PESQUISAS REALIZADAS	6
Antecedentes	6
Estudos de germinação e substituição de porta-enxerto....	7
Biologia floral, polinização e polinizadores	12
Fecundação dos óvulos e vingamento de frutos.....	15
Liberação e viabilidade do pólen.....	19
ESTUDOS FUTUROS	22
MELHORAMENTO GENÉTICO	22
AGRADECIMENTOS	23
REFERÊNCIAS	24

CASTANHA-DO-BRASIL

Resultados de Pesquisa

RESUMO : A Castanha-do-brasil é um dos principais produtos da pauta de exportação da Amazônia, apesar de sua produção basear-se no extrativismo. Pesquisas inéditas realizadas no Estado do Pará sobre germinação, enxertia, biologia floral, polinização e polinizadores, visando à racionalização de seu cultivo são relatadas, assim como algumas indicações para estudos futuros.

HISTÓRICO

A castanha-do-brasil tornou-se conhecida na Europa em 1933, através das MONOGRAFIAS GEOGRÁFICAS do geólogo Laet (Neves 1978), mas supõe-se que as amêndoas utilizadas na alimentação dos índios, citadas em 1950 pelo padre Acosta, seriam de castanha-do-pará (Ribeiro 1945).

A exploração dos castanhais silvestres teve início em 1800, e após anos, o Estado do Pará começou a explorar o produto (Neves 1978). O alto preço da borracha incentivava o contingente de mão-de-obra da região na exploração do látex da seringueira, conseqüentemente os outros produtos do extrativismo regional eram deixados de lado. Entretanto, as sucessivas baixas no preço da borracha forçavam a procura de outros produtos extrativos para preencher a lacuna deixada pela renda deste produto (Neves 1978).

A castanha-do-brasil, que era utilizada na alimentação dos índios e de animais domésticos em pequena escala, passou a ser uma das principais fontes do extrativismo regional, ocupando grande contingente de mão-de-obra, não somente nas matas, mas também nas cidades onde o produto é beneficiado, tendo contribuído, em 1979, com 36.712 milhões de dólares, que correspondem à exportação de 25.221 toneladas de castanha, segundo dados do Banco do Brasil (1979).

OCORRÊNCIA

A castanha-do-brasil viceja em terras firmes de mata alta, quase sempre em locais de difícil acesso, com dispersão natural abrangendo desde o alto Orinoco (5° Latitude Norte) até o alto Beni (14° Latitude Sul), onde estão incluídas a Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia e Guianas (Simpósio 1972). Entretanto, as mais numerosas formações compactas desta espécie estão em terras brasileiras, localizadas nos Estados do Pará (rios Trombetas, Tapajós, Xingu, Tocantins e afluentes), Maranhão (área constituinte da Amazônia Legal), Mato Grosso (rio Araguaia), Amazonas (rios Amazonas, Madeira, Negro, Purus e afluentes) e Acre (rios Purus, Acre, Iaco e Abunã), geralmente em solo argiloso ou argilo-silicoso (Neves 1978).

Muitos estudiosos tentaram decifrar o comportamento deste vegetal pela maneira de se dispor em agregados, o que facilita a coleta dos frutos. Ducke, citado por Tupiassu & Oliveira (1969), levantou a hipótese de que a castanha-do-brasil teria sido uma cultura pré-colombiana incorporada à floresta, fato também ocorrido com outras culturas que, abandonadas, foram absorvidas pela selva.

CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA

A castanha-do-brasil é uma Dicotyledoneae, Archichlamydeae, ordem Lecythidales e família Lecythidaceae. Foi denominada de **Bertholletia excelsa** por Humboldt e Bonpland, em 1808 (Tupiassu & Oliveira 1969 & Brasil 1976), sendo o nome genérico uma homenagem ao célebre químico francês Luis Cláudio Bertholet, e excelsa por destacar-se majestosamente do nível das copas das plantas circundantes (Tupiassu & Oliveira 1969). Posteriormente, em 1874, Miers levantou a hipótese de que seriam duas espécies, sendo a segunda denominada **Bertholletia nobilis**, o que não foi confirmado (Brasil 1976).

PESQUISAS REALIZADAS

Antecedentes

Muito pouco se conhece sobre a castanha-do-brasil, embora ela se mantenha dentre os primeiros produtos regionais exportáveis. No entanto, pesquisas isoladas têm sido executadas no Trópico Úmido, desde o tempo do Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária.

ria do Norte (IPEAN), tendo merecido especial atenção quando da criação do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU), unidade descentralizada da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), quando foi considerada um dos produtos prioritários a ser estudado nesse Centro.

Um dos maiores problemas enfrentados nas pesquisas com a castanha-do-brasil foi a falta de continuidade dos estudos, resultando na falta de informações básicas para a implantação de cultivos racionais, correndo o risco da reedição do sucedido com a seringueira, que, com a implantação de cultivos dessa espécie nos países asiáticos, o Brasil perdeu a posição de primeiro produtor mundial de borracha natural.

Estudos de germinação e substituição de porta-enxerto

A germinação das sementes de castanha-do-brasil demanda, para o seu início, de pelo menos seis meses em sementeira, assim como apresenta emissão de caulículo e radícula bastante desuniforme, sendo esses fatos considerados como um dos principais determinantes da falta de interesse na formação de cultivos racionais dessa espécie.

Em relatórios técnicos do IPEAN constam alguns estudos de germinação, porém, a informação mais importante, embora exigindo confirmação experimental, foi a germinação de sementes da castanheira com 21 dias após a sementeira, tratando-se as mesmas com solução de soda cáustica (Pinheiro & Albuquerque 1968).

Apesar deste resultado altamente promissor, as pesquisas sobre germinação foram interrompidas, seguindo-se uma outra linha de investigação que consistia em testes de substituição de porta-enxerto (cavalo) para esta espécie, utilizando-se outras Lecitidáceas, tendo em vista que os primeiros testes de enxertia da castanha-do-brasil apresentaram excelentes resultados, como cita Pinheiro (1967) quando se refere aos enxertos feitos em 1953 na Estação Experimental de Porto Velho, pertencente à rede de pesquisa do ex-IPEAN. Posteriormente, quando foi realizada a I Conferência Nacional da Castanha-do-pará (hoje castanha-do-brasil), em Belém-Pará, 1967, foram divulgados alguns trabalhos, incluindo métodos de propagação vegetativa da castanheira (Pinheiro 1967).

Realmente, se o problema maior era a demora de germinação das sementes, que resultaria em um período maior para o preparo da muda, nada mais lógico do que testar outras espécies da mesma família, que apresentassem germinação mais rápida ou mesmo a obtenção de mudas em menor espaço de tempo, para servir de porta-enxerto para castanha-do-brasil, por brotação de raízes ou por enraizamento de estacas. Este processo contornaria o problema da obtenção do "porta-enxerto", sem contudo resolver o entrave da germinação da semente.

Desse modo, o primeiro trabalho executado neste sentido, realizado por Lima (1962), consistiu em testar a viabilidade do enraizamento de estacas lenhosas e herbáceas, com e sem tratamento hormonal nas espécies: matamatá (*Eschweillera amara* Hub.); castanha-de-macaco (*Couroupita guianensis* Aubl.); geniparana (*Gustavia augusta* L.); jarana (*Holopyxidium jarana* (Hub) Ducke); sapucaia (*Lecythis usitata* Miers) e churu (*Allantoma lineata* (Berg) Miers).

Os resultados mostraram que a geniparana enraiza facilmente tendo suas estacas lenhosas apresentado 100% de eficiência, enquanto que a sapucaia mostrou total insucesso na formação de raízes.

Em 1973, outro impulso foi dado às pesquisas com a castanha-do-brasil, sendo as investigações dirigidas paralelamente para o problema da germinação e para a obtenção de "cavalos" compatíveis com essa espécie. Nesse mesmo ano foram realizados três experimentos, em que o primeiro baseou-se nas informações anteriores do uso de soda cáustica na aceleração do processo germinativo da castanha, e os outros dois referentes à compatibilidade de diferentes Lecitidáceas como "cavalo" para a castanha-do-brasil.

O ensaio de germinação consistiu na utilização da soda cáustica, em diversas concentrações, e exposição das sementes a diferentes períodos de imersão. Após cada imersão, a solução da soda cáustica era neutralizada com ácido e algumas sementes foram utilizadas para testes, com indicadores químicos aplicados nas amêndoas, com intuito de verificar se a solução escarificadora teria alcançado as mesmas tornando-as inviáveis à germinação.

Constatou-se que a imersão em soda cáustica a 5% de concentração, por um período de dez horas, proporcionou resultado satisfatório. A maior abertura nas estrias do tegumento das sementes,

após a secagem dessas ao sol, por uma hora, foi o principal efeito desse tratamento. Esse fato provavelmente induziria a diminuição da resistência mecânica do tegumento à expansão do embrião, possibilitando a germinação mais rápida das sementes.

Infelizmente esse ensaio foi perdido na fase de sementeira, porém, provavelmente, teve o mérito de explicar os resultados obtidos com a aplicação da soda cáustica como agente escarificante (Pinheiro & Albuquerque 1968).

Na Bahia, Barbosa et al. (1974) divulgaram dois ensaios de germinação de castanha-do-brasil, utilizando processos químicos de escarificação, onde o ácido sulfúrico proporcionou germinação aos seis meses após a sementeira. Entretanto, a percentagem de germinação máxima, após dez e doze meses em sementeira, para o primeiro e segundo ensaio, foram de 28% e 43,7%, respectivamente.

No referente à obtenção de porta-enxerto de rápido crescimento, compatível com a castanha-do-brasil foram realizadas coletas de sementes e estacas de raízes, para o preparo de mudas e teste de brotação de raízes das espécies: churu, jarana, geniparana, sapucaia e castanha-do-brasil.

Das estacas postas em propagadores, os melhores resultados foram obtidos com jarana (90% de brotação), geniparana (70%) e sapucaia (50%). As estacas de castanha-do-brasil somente entumesceram as gemas, entretanto não emitiram brotação.

As mudas obtidas de sementes, quarenta de cada espécie, foram enviveiradas com 20 — 30 cm de altura do caule e somente no ano seguinte procedeu-se a enxertia, utilizando-se o método FORKERT. A semelhança de seringueira, onde o método é também utilizado, a castanha-do-brasil apresenta bom pegamento, segundo Pinheiro (1967).

Os resultados da enxertia mostraram que somente o porta-enxerto da mesma espécie estudada como "cavaleiro" se presta para a propagação vegetativa da castanha-do-brasil, tendo os "cavalos" das outras espécies mostrado incompatibilidade, caracterizado pela morte dos enxertos. A união de cavalo e cavaleiro de castanha-do-brasil apresentou 81,8% de pegamento médio.

Como não foi obtido sucesso na brotação de estacas de raiz da castanheira e também não houve compatibilidade com outro porta-enxerto, tentou-se contornar o problema da demora do processo de mudas da castanha-do-brasil através de enraizamento de estacas e alporquia aérea, utilizando-se tratamentos com ácido indolbutírico, concentrado a 1.000 e 2.000 ppm. Como nos outros casos, nesses testes também não houve sucesso.

Voltando às tentativas de acelerar o processo germinativo das sementes de castanha-do-brasil, salienta-se o esforço conjunto de técnicos do CPATU, que instalaram três ensaios em 1977, utilizando processos físicos, químicos e mecânicos de escarificação do tegumento das sementes (Frazão et al. s.d., Pereira et al. s.d. & Figueiredo et al. s.d.). No entanto, pode-se adiantar que o início de germinação dos ensaios de escarificação química e física somente ocorreu com seis meses após a semeadura, resultados semelhantes aos obtidos na Bahia (Barbosa et al. 1974). A escarificação mecânica das estrias e polos germinativos das sementes proporcionou o início de germinação aos três meses após a semeadura.

A dúvida que persistia sobre a demora da germinação da semente da castanha-do-brasil, era sobre o tipo de dormência por ela apresentada. Segundo Concelção et al. (1967), os mecanismos de dormência observados em diversas espécies, são: Impermeabilidade da casca à água, à troca gasosa, Imaturidade do embrião e presença de inibidores.

Os resultados de um ensaio divulgados por Moraes & Müller (1978), indicaram que a casca não oferece resistência à absorção de água pelas amêndoas, assim como a injeção de ácido giberélico não influencia na marcha da absorção, e que a velocidade máxima de embebição ocorre com 24 horas após o início da imersão.

Tomando por base os diversos testes realizados, entre 1973 e 1975, sobre a possibilidade da semeadura de amêndoa (semente sem tegumento) de castanha-do-brasil, onde a infecção dessas por fungos, principalmente o *Aspergillus flavus*, apresentava-se como a principal causa da inviabilidade do uso desse processo, Müller & Freire (1979), realizaram um ensaio sobre tratamento das amêndoas com diversos fungicidas, cujo resultado destacou a utilização do acetato fenilmercúrio como altamente viável, possibilitando, após três meses

em sementeira, a conservação de 86,4% das amêndoas, que não apresentaram ocorrência de fungos, e com germinação de 58%. Nesse ensaio, a primeira amêndoa germinou ao vigésimo dia após a semeadura.

Ainda em 1978, Reis et al. (1979) realizaram a calibração do teste de tetrazólio em sementes de castanha-do-brasil, cujos resultados possibilitam a avaliação da viabilidade dessas sementes, bem como o acompanhamento do desenvolvimento do embrião durante o processo germinativo, fato esse importante na explicação do mecanismo controlador da germinação.

Portanto, para se considerar completamente resolvido ou contornado o problema da demora da germinação das sementes de castanha-do-brasil, deve ser idealizado um método prático e econômico para o processo de descascamento dessas sementes, visto que a utilização de canivete, além de moroso é arriscado para aqueles que executam tal tarefa.

Alguns métodos práticos já estão sendo estudados no CPATU, destacando-se o uso de prensa mais alicate, que vem se mostrando promissor, esperando-se que alguns deles possam solucionar o problema, tornando plenamente viável o processo de semeadura de amêndoas, dando grande impulso na obtenção de mudas de castanha-do-brasil e, motivando deste modo, o maior interesse daqueles que se dispõem a cultivar racionalmente esta importante Lecitidácea.

Fazendo-se uma avaliação dos resultados alcançados até a presente data, no tocante a germinação das sementes da castanha-do-brasil, chega-se à conclusão de que a semeadura de amêndoas proporciona inúmeras vantagens sobre o método convencional, plantio de sementes intactas, principalmente no que se refere ao número médio de plantas obtidas em curto período de tempo. As sementes intactas iniciam germinação aos seis meses e após 18 meses algumas sementes ainda estão germinando. Essa demora reflete bem a resistência do tegumento à expansão do embrião, tendo-se observado que, nas sementes cujas quinas ou estrias são escarificadas mecanicamente, o tegumento racha neste ponto, enquanto que nas intactas, a abertura se processa em um dos lados ou testa, demonstrando que as quinas apresentam maior resistência, razão pela qual a emissão do caulículo e/ou radícula é demorada.

No tocante à desuniformidade da emissão de caulículo e radícula, é possível que seja influência do balanço hormonal nos polos germinativos, ou o posicionamento do próprio embrião dentro da semente. Essa hipótese poderá ser verificada pelo acompanhamento da germinação de amêndoas, utilizando-se o teste de tetrazólio.

Em 1979 foram instalados ensaios para verificar a influência da idade e tamanho da amêndoa na germinação e no crescimento da muda de castanha-do-brasil, assim como procurou-se definir um melhor substrato para sementeira e também novos métodos de descasqueamento das sementes, o que possibilitará a semeadura de amêndoas em grande escala.

Biologia floral, polinização e polinizadores

As pesquisas referentes a biologia floral foram iniciadas no ex-IPEAN em 1962, quando Lima, citado por Pinheiro & Albuquerque (1964), verificou que a antese das flores de castanha-do-brasil ocorre entre 4:30 e 5:00 horas. Observou ainda que essas flores permitem certo percentual de autopolinização, embora seja aparentemente uma planta de polinização cruzada, sendo seus principais agentes polinizadores os himenópteros do gênero **Bombus**.

Estudos nesse sentido também foram realizados a partir de 1974, onde observou-se que os polinizadores chegam às copas da castanha-do-brasil por volta de 5:30 horas, entretanto este horário sofre variações, pois em dias de lua cheia, quando clareia mais cedo, os agentes de polinização iniciam as visitas às flores mais cedo do que o horário habitual.

Para melhor identificar e também registrar a frequência dos polinizadores naturais da castanha-do-brasil, foram armados andaimes em plantas enxertadas em 1968, sendo as anotações das visitas feitas em intervalos regulares de dez minutos, abrangendo o período de 5:00 às 10:30 horas.

Os resultados mostram que os polinizadores iniciam suas atividades às 5:40 horas, entretanto o período de maior frequência ficou compreendido entre 6:00 e 7:00 horas Fig. 1). Esse fato é explicável pelo próprio hábito dos diferentes polinizadores, pois os **Xyloco-**

pas (mangangavas) somente visitam flores virgens (não visitadas por outro agente), razão pela qual a frequência diminui após às 7:00 horas, quando a maioria das flores já foram visitadas. Por outro lado, este pico também é proporcionado pela presença dos insetos dos gêneros **Bombus** e **Centris**, além de outros polinizadores que permaneceram sobre as copas das plantas por todo o período de observação.

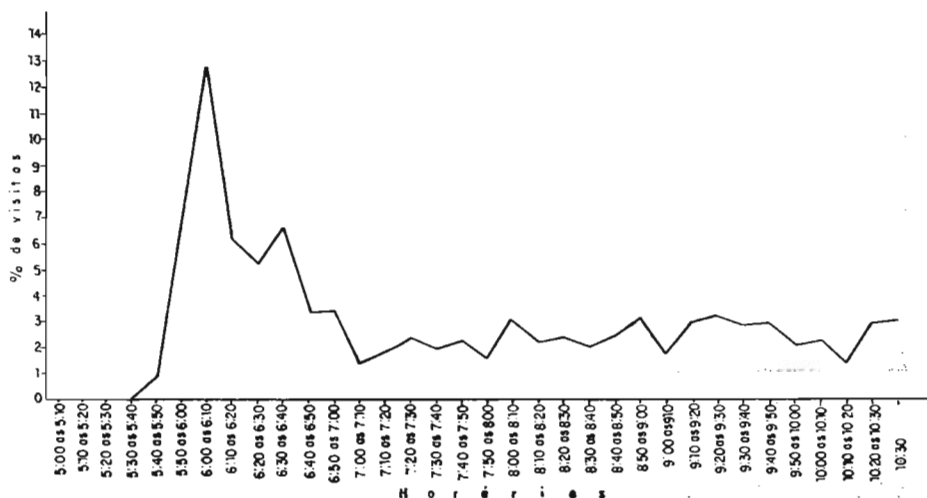


FIG. 1 — Frequência (%) dos insetos polinizadores das flores de castanha-do-brasil, registrados em intervalos regulares de 10 minutos, no período das 5:00 às 10:00 horas.

Pelo fato de visitarem as flores já freqüentadas por outros agentes de polinização, como também por prolongarem o período de visitas, conclui-se que os **Bombus** (Fig. 2 e 3) e **Centris** sejam os principais e os mais eficientes polinizadores das flores da castanha-do-brasil, apesar de gastarem mais tempo por visita (25 a 37 segundos contra 13 segundos dos *Xylocopas*). Quando as flores estão cobertas de orvalho, os principais polinizadores gastam mais tempo por visita, permanecendo por alguns segundos sobre a flor, após saírem das mesmas, para uma ligeira secagem dos pelos.

Vários outros insetos colaboram na polinização das flores de castanha-do-brasil, entre estes os do gênero **Eulaema** e **Epicharis**, sendo considerados agentes secundários, devido a menor freqüência das visitas.

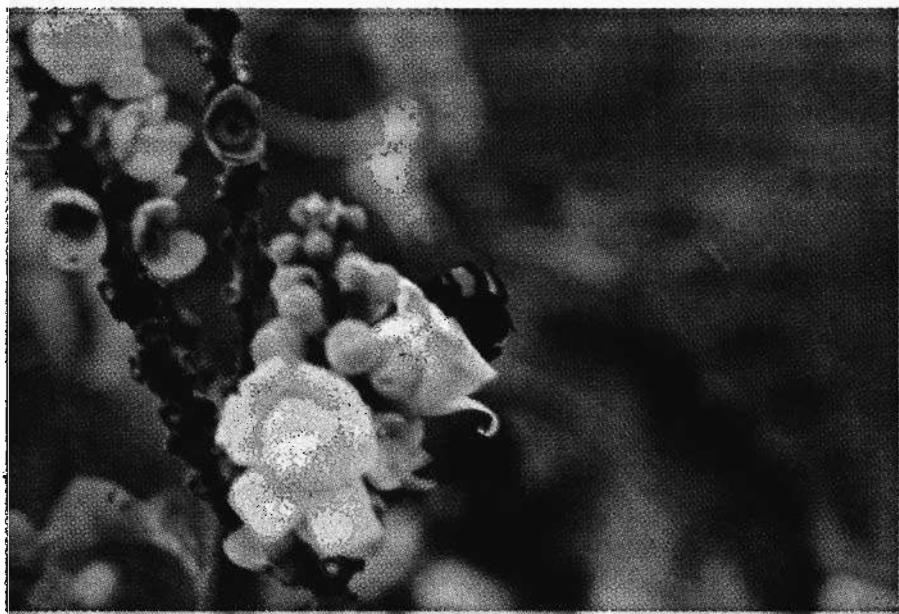


FIG. 2 — O inseto do gênero **Bombus**, considerado como um dos principais polinizadores das flores da castanha-do-brasil, no momento de sua chegada a flor

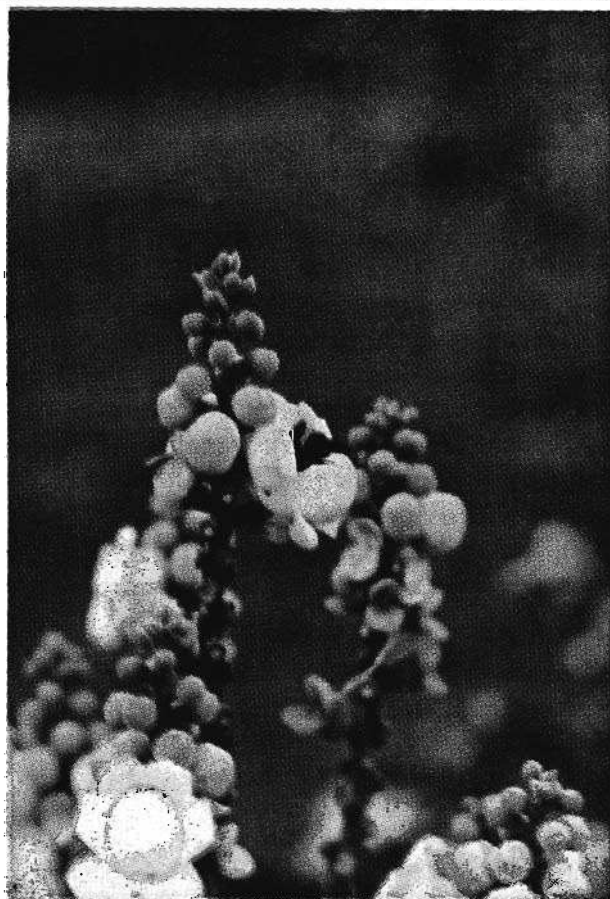


FIG. 3 — Polinização da flor da castanha-do-brasil por inseto do gênero **Bombus**, após levantar a lígula de estaminódios soldados.

Pela própria morfologia da flor da castanha-do-brasil, que apresenta uma lígula de estaminódios soldados cobrindo as anteras e o estigma, é quase impossível que insetos de pequeno porte, como abelhas (*Apis* sp.) possam realizar a polinização das flores, entretanto é provável que insetos de menor tamanho que estas, como os trips, possam colaborar nesse fenômeno.

Quanto a insetos danosos às flores da castanha-do-brasil, somente foi observado um Coleóptero do gênero *Cyclocephala*, de coloração amarela. Esse inseto penetra na flor, ainda fechada, e destrói os órgãos sexuais da mesma.

Fecundação dos óvulos e vingamento de frutos

Os trabalhos de Lima, citados por Pinheiro & Albuquerque (1968), ressaltam a importância dos agentes de polinização no vingamento de frutos de castanha-do-brasil, e mostram que apenas 0,4% das flores vingam, sendo que esta percentagem pode variar de acordo com a maior ou menor atividade dos polinizadores naturais.

Posteriormente, em plantas enxertadas de castanha-do-brasil, foram feitas observações em 120 flores protegidas com sacos de filó e dessas, apenas oito apresentaram óvulos fecundados, sem contudo ocorrer vingamento do fruto (ouriço). As poucas flores que apresentavam óvulos fecundados podem ter sido visitadas por Trips que, devido ao reduzido volume de seu corpo, proporcionam um baixo grau de polinização, o que induziu uma percentagem de apenas 1,35% de fecundação.

De um modo geral, a autopolinização das flores da castanha-do-brasil também é mais difícil de ser realizada, devido ao estigma apresentar-se acima das anteras, entretanto esta pode ser feita mesmo sem a interferência de polinizadores, visto que, em algumas flores, o estigma está no mesmo nível das anteras. Contudo, este fato não pode ser correlacionado com vingamento de ouriços, tendo em vista os resultados experimentais obtidos em 1974.

O ensaio constituiu-se basicamente de autopolinização controlada de 20 flores por hora no período compreendido das 4:00 às 12:00 horas. As flores foram protegidas com sacos de filó, para evitar a

contaminação por agentes polinizadores, e as polinizações feitas com auxílio de pincéis finos, sendo um para cada período, para que o pólen de uma flor não fosse levado à outra.

Observa-se na Fig. 4, que a percentagem de fecundação foi aumentada à partir das 5:00 horas, atingindo o máximo às 8:00 horas, decrescendo posteriormente no sentido das 12:00 horas, quando foi absolutamente nula. Entretanto, no ponto máximo, somente foi alcançado 29,3% de fecundação e nenhuma das flores autopolinizadas deu origem a fruto.

Tendo em vista a ineficiência da autopolinização controlada, partiu-se para observações em flores de polinização aberta, ou seja, com interferência de polinizadores naturais. As flores foram marcadas com etiquetas plásticas numeradas, fixadas às mesmas um dia antes da sua antese, e sob a planta foi colocada uma lona preta para facilitar a coleta dos ovários caídos.

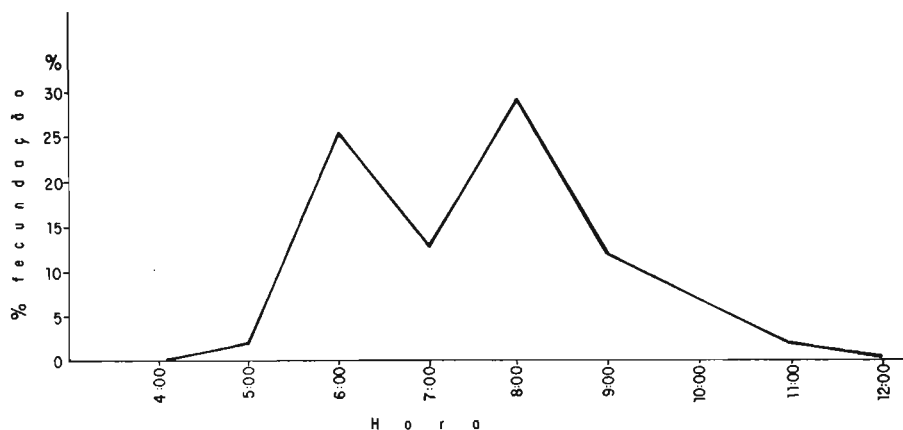


FIG. 4 — Percentagem de óvulos fecundados em flores de castanha-do-brasil, resultante da autopolinização das mesmas em nove períodos de execução.

Os resultados mostraram que as pétalas desprendem-se do restante da flor antes de completadas 24 horas da antese, e quando não ocorre fecundação de óvulos, o ovário cai em aproximadamente 48 horas. Também foi observado que quanto maior a percentagem de óvulos fecundados, mais tempo o ovário demora para cair. No entanto, mesmo com a polinização aberta, não houve formação de ouriço

nas flores previamente marcadas, atingindo a média de 64,4% de óvulos fertilizados, em ovários que caíram até com 2 cm de diâmetro, como pode ser observado na Tabela 1 e Fig. 5.

TABELA 1 — Correlação entre classes de diâmetro dos ovários caídos (até 2,0 cm) e colhidos na planta (> 2 cm) com a percentagem média de fecundação de óvulos.

Diâmetro do ovário (cm)	N.º de ovários observados p/ diâmetro	N.º médio de óvulos p/ovário	N.º médio de óvulos fecundados p/ovário	N.º médio de óvulos não fecundados por ovário	% média de fecundação de óvulos p/ovário
< 1,0	51	21,8	0,0	21,8	0,0
1,0 — 1,5	100	21,5	8,6	12,9	39,0
1,5 — 2,0	46	20,3	13,1	7,2	64,4
> 2,0	47	18,9	16,1	2,7	85,3

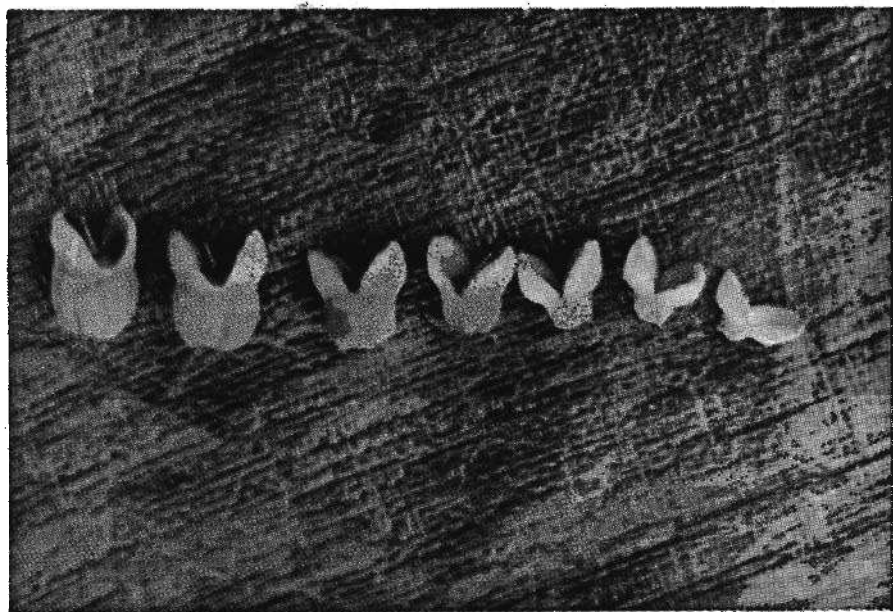


FIG. 5 — Da esquerda para a direita, observa-se os ovários 1 e 2 que caíram com 1,5 a 2 cm; os 3 e 4 com 1 a 1,5 cm e os três últimos com menos de 1 cm de diâmetro.

Como não ocorreu a formação de fruto, foi necessário verificar qual a percentagem de óvulos que deveriam ser fecundados para que ocorresse a frutificação. Desse modo foram coletados, na planta, ovários com mais de 2 cm de diâmetro, que possivelmente iriam dar origem a ouriços. Sabe-se que a probabilidade de aborto natural dos ovários é reduzida quando os mesmos alcançam esse diâmetro.

A contagem feita com auxílio de lupa, para melhor identificar os óvulos não fecundados, como pode ser observado na Fig. 6, apontou a média 85,3% de fecundação dos óvulos.

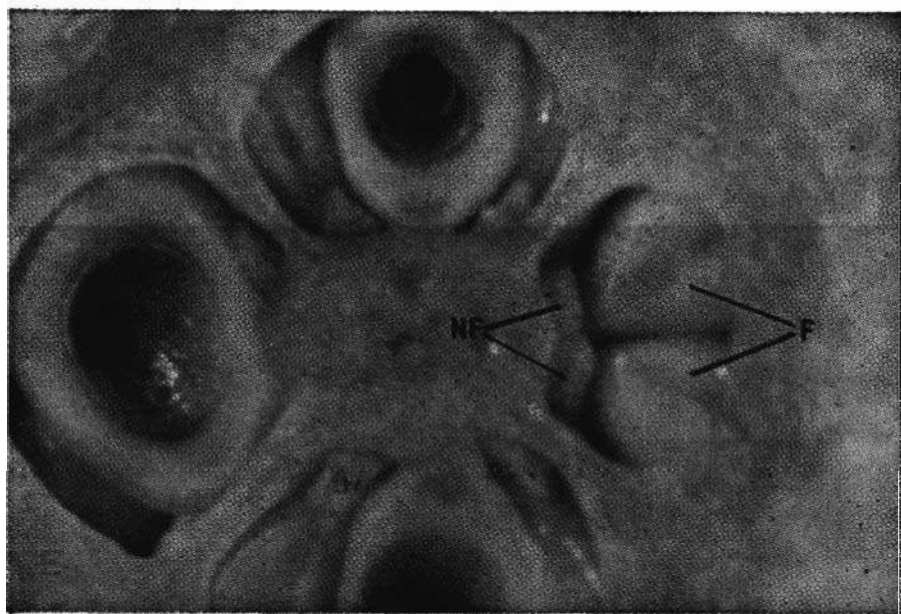


FIG. 6 — Ovário de uma flor da castanha-do-brasil onde se observa óvulos fecundados (F) e não fecundados (NF).

Provavelmente esta percentagem média de fecundação de óvulos deva ser atingida para que ocorra a frutificação, e que, quanto menor a quantidade de óvulos fecundados, menor a probabilidade da formação de ouriço que cai prematuramente. Este fato pode estar relacionado com o balanço hormonal.

Sabe-se que os grãos de pólen e os tubos polínicos são ricas fontes de auxinas, e que a fecundação dos óvulos desencadeia processos que resultam no aumento do teor de auxinas livres no ovário (Meyer et al. 1970). No caso da castanha-do-brasil, é provável que a fecundação média de 85,3% dos óvulos de um ovário induza uma concentração de auxinas que assegure a frutificação. Entretanto, não se pode supor que esta concentração de fitohormônio seja igual em todas as plantas da espécie, podendo existir exemplares que com menor percentagem de fecundação de óvulos apresentem formação de frutos. Além disso, a concentração de auxina no pólen, tubo polínico e ovário deve variar de uma planta para outra, assim como varia o número de óvulos nos ovários.

Um outro ponto de grande importância é que parece que as auxinas estimulam a translocação de assimilados para os frutos em crescimento (Meyer et al. 1970). Neste caso, pode-se supor que quanto maior for a quantidade de elementos vasculares ativos ligando o ovário ao pedúnculo floral, maior a resistência do ovário no ponto de inserção com seu órgão de suporte e, conseqüentemente, menor a probabilidade de queda prematura ou aborto do ovário.

Liberação e viabilidade do pólen

A intervalos regulares de 30 minutos, no período compreendido entre zero e 8:00 horas, foram coletadas quatro flores a cada hora, sendo imediatamente postas em imersão no fixador NAWASHIN. Posteriormente em laboratório, e com o auxílio de lupa, foram feitos os registros das anteras abertas.

Os resultados apresentados na Fig. 7 mostram que o início da liberação do pólen ocorre entre 1:00 e 1:30 hora. Entretanto, somente a partir das 3:00 horas é que mais de 90% das anteras estão abertas.

Tomando por base as informações de Lima, citado por Pinheiro & Albuquerque (1968), referentes ao horário da antese das flores, conclui-se que o pólen pode ser liberado antes da abertura das mesmas.

A partir dessas observações procurou-se verificar o período de viabilidade do pólen da castanha-do-brasil, sendo o estudo iniciado pela definição de um substrato adequado para germinação do mesmo em placas de Petri.

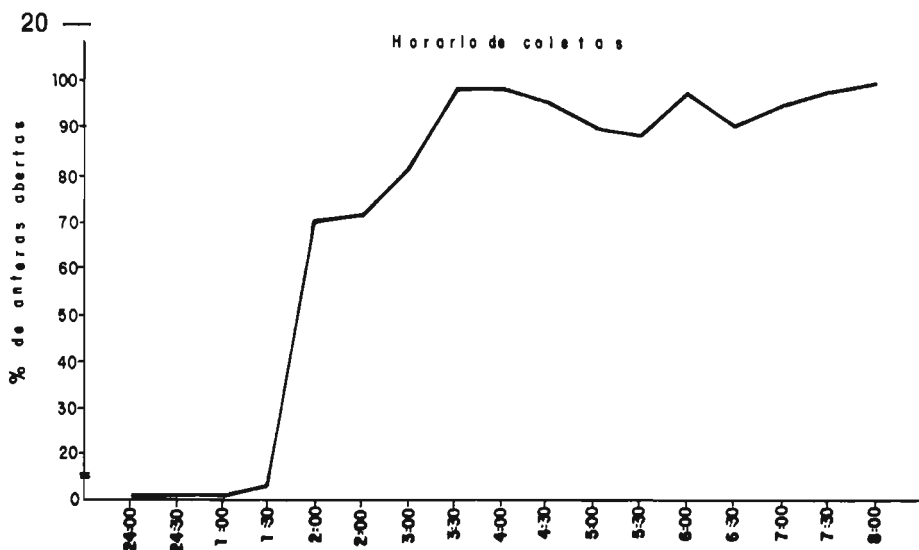


FIG. 7 — Horário da abertura das anteras das flores de castanha-do-brasil, com registros feitos a intervalos regulares de 30 minutos, no período das 24:00 horas até às 8:00 horas do dia seguinte.

Neste sentido foi instalado um ensaio utilizando-se soluções de sacarose nas concentrações de zero a 1,0 Molar, com acréscimos regulares de 0,1 Molar. Para cada concentração foram usadas quatro placas de Petri, sendo o papel absorvente umedecido pouco antes da colocação do pólen, e as leituras feitas três horas após a semeadura.

Na Fig. 8 observa-se que as melhores concentrações foram de 0,4 a 0,6 Molar, com pico máximo na concentração 0,5 Molar, que atingiu 86,5% do pólen germinado. Essa concentração está dentro do intervalo definido por Rodrigues Junior para a maioria das plantas, citado por Meyer et al. (1970).

Na observação do período de viabilidade do pólen foi utilizada a concentração de 0,5 Molar de sacarose, sendo as coletas de pólen realizadas das 8:00 às 18:00 horas, com intervalos regulares de duas horas. Para cada período utilizaram-se quatro repetições.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que as polinizações realizadas a partir das 14:00 horas, possivelmente não favorecem à frutificação da castanha-do-brasil, tendo em vista a baixa percentagem de germinação do pólen verificada a partir deste horário.

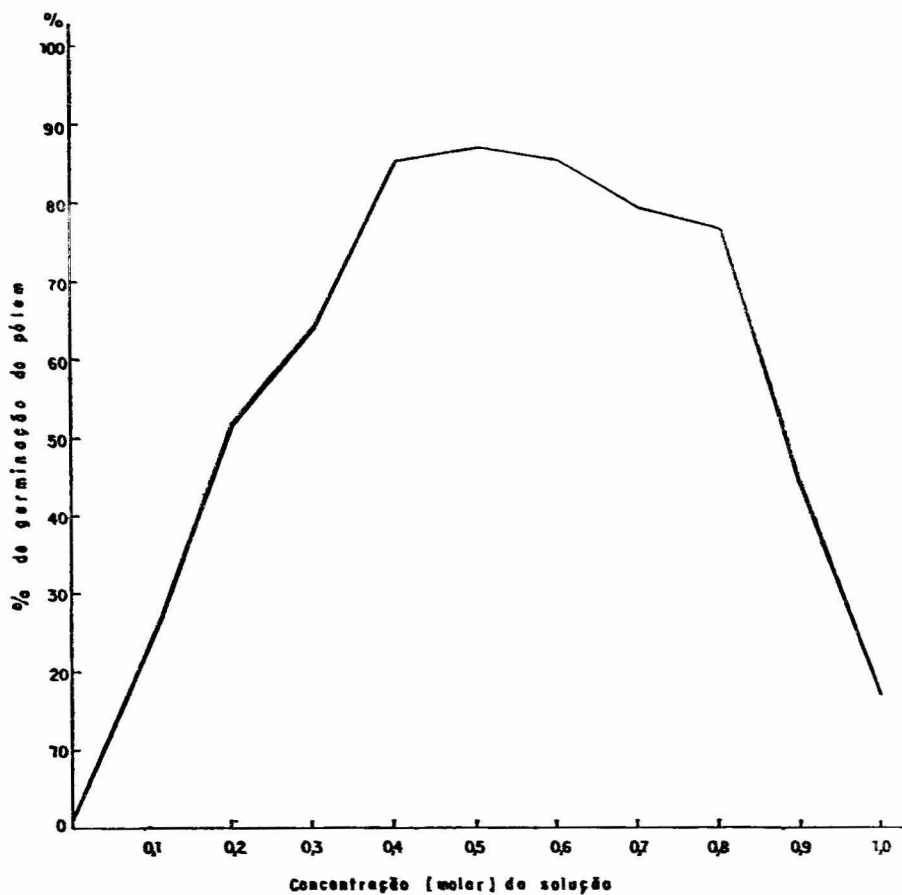


FIG. 8 — Influência da concentração de sacarose na germinação de grão de pólen da castanha-do-brasil.

TABELA 2 — Período de viabilidade dos grãos de pólen de castanha-do-brasil, coletados em diferentes períodos, e com avaliação feita pela percentagem do pólen germinado em laboratório.

Horários	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
% de germinação	70,5	79,0	74,5	17,0	—	—

Em razão dos dados obtidos pode-se ressaltar o perfeito sincronismo entre o horário de liberação do pólen, a presença dos agentes polinizadores naturais e a viabilidade do grão de pólen, sendo provável que a percentagem de formação de ouriços esteja em função da maior ou menor atividade dos polinizadores naturais, como havia observado Lima, citado por Pinheiro & Albuquerque (1968).

ESTUDOS FUTUROS

Todo o esforço de pesquisa, a partir de agora, deve ser dirigido para tentar contornar o problema do baixo índice de frutificação e na tentativa de esclarecer o problema da não formação de frutos a partir de flores autopolinizadas. É provável que, além do alto grau de incompatibilidade na autopolinização, possa ocorrer auto-incompatibilidade na fecundação dos óvulos, semelhante ao maracujazeiro (Hampton & Thompson 1974, Ruggiero et al. 1977 & Ruberté-Torres & Martin 1974). Knight & Winters (1962) observaram ainda que no maracujazeiro ocorre dois grupos de incompatibilidade, uma na mesma flor ou planta e outra entre diferentes plantas. O mesmo fenômeno pode ocorrer com a castanha-do-brasil.

Essas espécies são de polinização entomófila e há necessidade dessa ser feita por insetos de maior porte. Nessas duas espécies, a polinização é feita pelos mesmos insetos (Piza Junior 1966, Kuhne 1968 & Carvalho & Teófilo Sobrinho 1973).

Nesse estudo devem ser efetuadas autopolinizações e polinizações cruzadas em matrizes altamente produtivas, selecionadas e testadas em campos de prova, devendo ser escolhidos exemplares já em frutificação há vários anos e que, logicamente, apresentem compatibilidade com outras plantas do mesmo campo experimental.

MELHORAMENTO GENÉTICO

Desde o tempo do ex-IPEAN vêm sendo realizadas introduções de germoplasma nativo, coletados através de prospecções nas principais zonas de ocorrências de castanha-do-brasil na Amazônia. Atualmente o CPATU conta com mais de 60 matrizes. A principal característica para seleção do material é a alta produtividade, pois somente foram introduzidos exemplares com produção média acima de dois hectolitros por safra.

A avaliação do comportamento do material introduzido é feito em campos de prova, onde são registrados os dados de início de floração e frutificação, assim como o número de frutos por planta.

Plantas de castanha-do-brasil enxertadas em 1968, com matrizes altamente produtivas, iniciaram a floração com 3,5 anos, e no ano seguinte ocorreram as primeiras formações de frutos, tendo a produtividade aumentado a partir do sexto ano. A precocidade de frutificação induzida pela enxertia é, provavelmente, devida à própria maturação fisiológica das gemas utilizadas.

Após a troca anual de folhas, que de um modo geral ocorre de agosto a setembro, a castanha-do-brasil lança ramificações novas, e na parte terminal dessas são emitidas as inflorescências. Verificou-se que as brotações novas das gemas que se localizam logo abaixo do pedúnculo floral, remanescente da floração do ano anterior, apresentam alta probabilidade de floração. Portanto, o material (gema) para propagação vegetativa da castanha-do-brasil deve ser retirado de ramos ortotrópicos e, preferivelmente, da parte localizada até 20 cm abaixo da inflorescência do ano anterior.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a valiosa colaboração do Mestre Rural Sebastião Corrêa de Sena e do Sr. Inácio Borges de Almeida na realização deste trabalho.

MÜLLER, C.H.; RODRIGUES, I.A.; MÜLLER, A.A.
& MÜLLER, N.R.M. **Castanha-do-brasil; Resultados de pesquisa.** Belém, Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido, 1980. 25p. (EMBRAPA.CPATU, Miscelânea, 2).

ABSTRACT: Brazil-nut is one of the principal products in the exportation list of the Amazon region, in spite of its production being still based on an extraction cropping system. Results of research carried out in the State of Pará on germination, grafting, floral biology, pollination and pollinating agents, aiming at the rationalization of Brazil-nut cropping are presented, as well as some indications for future studies.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M.M.S.; LELIS, W.T. & PINTO, A.F.S. Ensaio sobre a germinação de castanha-do-pará. **B. Inst. Biol. Bahia**, **13**: 100-6, 1974.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Diretoria Estadual no Pará & FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARÁ, Belém. **Castanha-do-brasil** Belém, DEMA-Pará, FAEPA, 1976. 69p.
- CARVALHO, A.M. de & TEÓFILO SOBRINHO, J. Efeito nocivo de *Aphis mellifera* L. na produção do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2., Viçosa, 1973. **Anais...** Viçosa, S.B.F. 1973. p. 421-5.
- CONCEIÇÃO, C.H.Z. da; ONTOLANI, D.B. & ZINK, E. Ligeiro estudo sobre sementes. **Agronomia**, **25** (/3): 43-9, 1967.
- BANCO DO BRASIL S.A. Carteira de Comércio Exterior. Exportação brasileira; Comparativo acumulativo: principais produtos. **Informação semanal CACEX**, Rio de Janeiro, **14** (671): 26, nov. 1979.
- FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MÜLLER, C.H.; MÜLLER, A.A.; FRAZÃO, D.A.C. & PEREIRA, L.A.F. **Tratamentos físicos na germinação de castanha-do-brasil**. Belém, EMBRAPA/CPATU (no prelo).
- FRAZÃO, D.A.C.; MÜLLER, C.H.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MÜLLER, A.A. & PEREIRA, L.A.F. **Escarificação química na germinação de sementes de castanha-do-brasil**. (Em preparação).
- HAMPTON, R.E. & THOMPSON, P.G. Passion fruit production in Fiji. **Fiji Agricultural Journal**, **36** (2): 23-7, 1974.
- KNIGHT, Jr., R.J. & WINTERS, H.F. Pollination and fruit set of yellow passion fruit in Southern Florida. **Proc. Fla. St. Hort. Soc.**, **75**: 412-8, 1962.
- KUHNE, F.A. Cultivation of granadillas... (1) **Farming in South Africa**, **43** (11): 29-32, 1968.
- LIMA, R.A. **Relatório da Seção de Fitotecnia do IPEAN**. Belém, IPEAN, 1962.
- MEYER, B.; ANDERSON, D. & BOHNING, R. **Introdução à Fisiologia vegetal**. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1970. 265p.
- MORAES, V.H.F. & MÜLLER, C.H. **Influência da casca e da injeção de ácido giberélico na absorção de água pelas sementes da castanheira** (*Bertholletia excelsa* H.B.K.), Belém, EMBRAPA/CPATU, 1978. 7p. (EMBRAPA.CPATU. Comunicado Técnico, 2).
- MÜLLER, C.H. & FREIRE, F.C.O. **Influência de fungicidas na conservação e na germinação de amêndoas de castanha-do-brasil** Belém, EMBRAPA/CPATU, 1979. 9p. (EMBRAPA.CPATU. Comunicado Técnico, 26).
- NEVES, C.A. das. A castanheira do Pará. **R. de Agric.**, Piracicaba, **13** (10/12): 463-76, dez. 1978.

- PEREIRA, L.A.F.; MÜLLER, C.H.; MÜLLER, A.A.; FIGUEIRÊDO, F.J.C. & FRAZÃO, D.A.C. **Escarificação mecânica e embebição na germinação de sementes de castanha-do-brasil.** (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). Belém EMBRAPA/CPATU. (no prelo).
- PINHEIRO, E. **Propagação vegetativa da castanheira** (*Bertholletia excelsa* H.B.K.); **Observações preliminares.** Belém, IPEAN, 1967. 10p.
- PINHEIRO, E. & ALBUQUERQUE, M. de. Castanha-do-pará: In: BRASIL. Ministério da Agricultura. **Livro anual da Agricultura.** Brasília, 1968. p. 224-33.
- PIZA JUNIOR, C. de T. A cultura do maracujá. **Div. Agron.**, (20): 22-4, 1966.
- REIS, G.G. dos; CARVALHO, J.E.U. de; MÜLLER, C.H. & FIGUEIRÊDO, F.J.C. **Calibração do teste de tratázólio em sementes de castanha-do-brasil.** Belém, EMBRAPA/CPATU, 1979. 9p. (EMBRAPA.CPATU. Comunicado Técnico, 17).
- RIBEIRO, A.M. Tecnologia de produtos florestais. Rio de Janeiro. Departamento Administrativo do Serviço Público, 1945. **R. Serv. Público**, 2 (1): 3-5, abr. 1945.
- RUBERTÉ-TORRES, R. & MARTIN, F.W. First-generation hybrids of edible passion fruit species. **Euphytica**, 23 (1): 61-70, 1974.
- RUGGIERO, C.; LAM-SANCHEZ, A. & LIPOLI, A.C. Estudo sobre autopolinização, desenvolvimento do ovário e curvatura do estilete em flores de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4., Salvador, 1977. **Resumo...** Salvador, S.B.F. 1977.
- SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DA FLORA AMAZÔNICA. Belém, 1975. **Trabalhos apresentados...** Belém, IPEAN, 1972. 3v.
- TUPIASSÚ, A. & OLIVEIRA, N.V.C. **A castanha-do-pará, estudos preliminares.** Belém, IDESP, 1969. 39p. (Cadernos Paraenses, 3).



FALANGOLA
BELÉM OFFSET PARA